

Санкт-Петербургский государственный университет

Лубенец Ксения Юрьевна

Выпускная квалификационная работа

***Эколого-геологическая оценка окружающей среды деревни
Малые Колпаны Гатчинского района***

Основная образовательная программа бакалавриата

СВ.5024. «Экология и природопользование»

Профиль 06 «Экология и недропользование»

Научный руководитель:

кандидат биологических наук,
доцент кафедры экологической
геологии

Изосимова Оксана

Святославовна

Рецензент:

доцент кафедры «Разработка и
эксплуатация нефтяных и
газовых месторождений»

Астраханского

государственного технического
университета,

Кандидат биологических наук,

Нурмакова Жанна

Иброгимовна

Санкт-Петербург

2020

Содержание

Введение	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика объекта исследования	5
1.1. Геология.....	5
1.2. Гидрогеология.....	7
1.3. Климат	9
1.4. Почвы и растительность	9
1.5. Радиационная обстановка	10
1.6. Техногенные объекты района.....	11
Глава 2. Методы и материалы исследования	14
2.1. Полевые методы исследования	14
2.1.1. Литохимическое опробование.....	15
2.1.2. Лихеноиндикация	15
2.1.3. Измерение γ -активности	16
2.2. Лабораторные методы исследования.....	16
2.2.1. Анализ проб почво-грунтов на нефтепродукты	16
2.2.2. Анализ проб почво-грунтов на тяжелые металлы.....	17
Глава 3. Результаты исследований.....	19
3.1. Исследования почво-грунтов.....	19
3.2. Исследования атмосферного воздуха	21
3.3. Исследования радиационного фона.....	26
3.4. Исследования подземных вод	27
3.5. Статистический анализ	28
3.6. Отображение полученных данных с помощью программы ArcGis	34
Глава 4. Предложения по реабилитации почв	37
Заключение.....	38
Список литературы.....	39
Приложения.....	42

Введение

Деревня Малые Колпаны Гатчинского района является зоной потенциального химического загрязнения, поэтому стала объектом частых проверок и экологических экспертиз. Жители деревни в течение нескольких лет жалуются на «запах газа» и «нефтепродукты в колодцах». Существуют сведения о том, что ЗАО «СибРосьПереработка» и ООО «Компания ЛВЖ-701», занимающиеся перевалкой нефтепродуктов, в 2016 году должны были перевести часть мощностей в другое место в целях уберечь местных жителей от концентраций, выбрасываемых вредных веществ. Однако по сведениям, опубликованным на сайте Росреестра за 2016 год ЗАО «СибРосьПереработка» и ООО «Компания ЛВЖ-701» проверку по предельно допустимым концентрациям не прошли. Позднее этой даты не нашлось никакой информации об экологической обстановке в деревне Малые Колпаны, поэтому было принято решение оценить экологическую обстановку на данной территории.

Как известно, опасны не только крупные аварии, но и мелкоочаговые загрязнения, возникающие при хранении, распределении топлива, в частности при закатке топлива из цистерн в резервуары для перетранспортировки. Потери топлива при этом могут быть небольшими, но при длительном функционировании нефтепродукты могут накапливаться в почвах и создавать высокую экологическую опасность.

Цель моей работы: дать эколого-геологическую оценку окружающей среды деревни Малые Колпаны Гатчинского района.

Для достижения цели, в ходе проведенных работ, были поставлены следующие задачи:

1. Сбор и анализ информации, изучение материалов, литературы по ЗАО «СибРосьПереработка» и ООО «Компания ЛВЖ-701»;
2. Отбор проб почв, их лабораторный анализ; Оценка загрязнения почво-грунтов;
3. Исследование загрязнения атмосферного воздуха;
4. Оценка загрязнения подземных вод;
5. Оценка радиационного фона;
6. Анализ полученных результатов для оценки состояния окружающей среды на исследуемой территории.

В марте 2019 года были проведены исследования проб почвы. В сентябре 2019 года были собраны данные по радиационной обстановке, в марте 2020 года были

проведены исследования воды и воздуха. Отбор проб производился на территории Ленинградской области Гатчинского района, вблизи деревни Малые Колпаны.

Новизна работы заключается в том, что с момента проведения последней экспертизы близ заводов прошло 4 года, информации о тяжелых металлах нет ни в одном из документов, представлены только данные по ПАУ (полициклические ароматические углеводороды) и по содержанию углеводородов в воздухе. Так же необходимо оценить качество почвы для дальнейшей ее эксплуатации в сельскохозяйственных целях.

Личный вклад автора:

1. Исследование источников загрязнения компонентов окружающей среды вблизи деревни Малые Колпаны, ЗАО «СибРосьПереработка» и ООО «Компания ЛВЖ-701»;
2. Самостоятельное определение перспективных площадок проботбора;
3. Отбор проб почвенного горизонта;
4. Использование рентгено-флуоресцентного анализа для определения содержания тяжелых металлов в пробах почвенного горизонта;
5. Использование спектрофотометрического метода анализа для определения содержания нефтепродуктов в почве;
6. Оценка качества воздуха методом лишеноиндикации;
7. Оценка радиоактивной обстановки исследуемого участка;
8. Проведение лабораторных исследований.

Глава 1. Физико-географическая характеристика объекта исследования

Исследуемый объект расположен в юго-западной части Гатчинского района Ленинградской области. Гатчинский район граничит: на севере — с Ломоносовским муниципальным районом, на северо-востоке — с Санкт-Петербургом, на востоке — с Тосненским муниципальным районом, на юге — с Лужским муниципальным районом, на западе — с Волосовским муниципальным районом. Район занимает площадь 2,94 тыс. км².

1.1. Геология

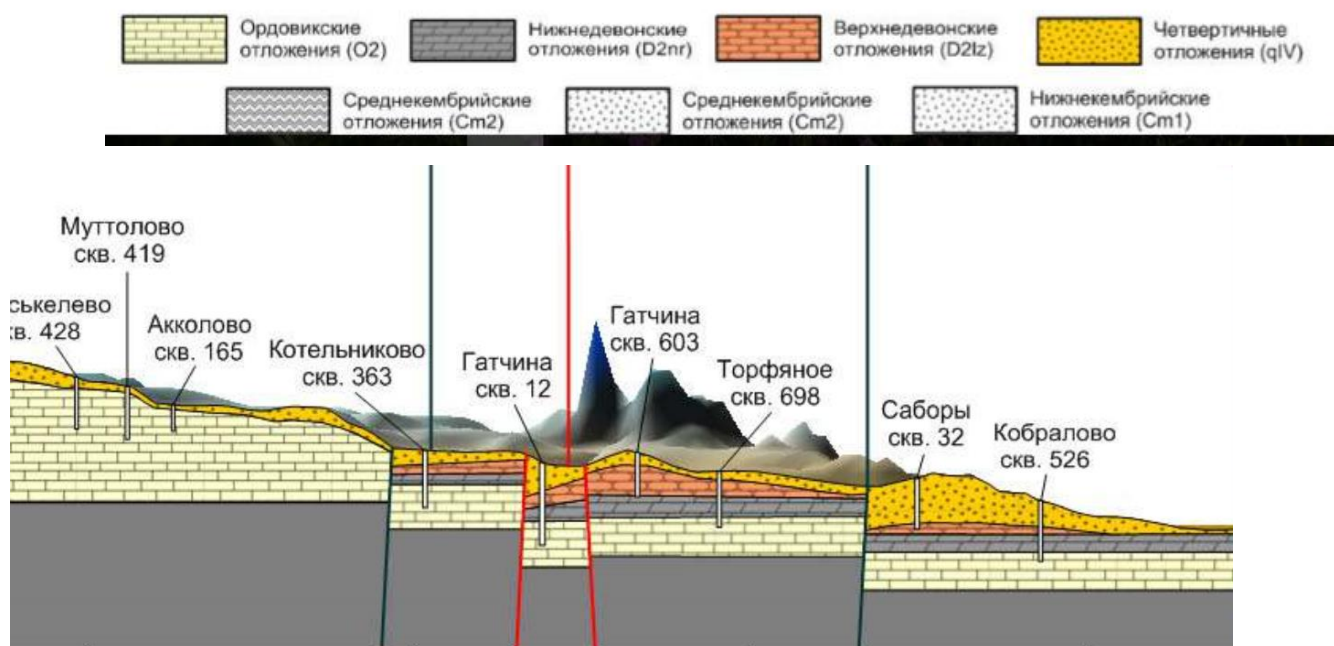
Большая часть территории Гатчинского района расположена на Лужско-Оредежской возвышенности. Для района характерны плавные перепады высот и в целом для данной местности характерен полого-холмистый равнинный рельеф. На северо-западе могут встретиться ярко выраженные возвышенные ландшафты, здесь в пределы района входит восточный край Ижорской возвышенности. Также для данной территории характерны холмы и краевые моренные гряды.

На севере этой области чаще всего можно встретить геологические отложения ордовикского периода, а в южной области - девонского. Они в большинстве своем покрыты слоем ледниковых отложений четвертичного периода. Исключением являются берега реки Оредеж, где девонские породы выходят на поверхность. В центральной части района имеются месторождения доломитов, а в юго-восточной - формовочного песка.

Город Гатчина располагается непосредственно в узле сочленения протяженных разломов близ меридионального (Дудергофский), северо-восточного (Гатчинский, Мгинско-Чаплинский) и северо-западного простирания.

Наиболее крупная тектоническая структура здесь - Гатчинский разлом, южная ветвь которого пересекает юго-восточную часть города в районе поселков Химози и Пригородный, а северная ветвь – южную часть Мариенбурга (карта-схема) и северную часть центра города. Разлом маркируется цепочкой вытянутых в северо-восточном направлении куполовидных поднятий.

В современном рельефе наиболее четко проявл разлом северо-западного простирания, маркируемый цепочкой озер Белое, Черное, Филькино. (П е с т р я к о в В.К., 1973)



Четвертичный	Современный	
	Верхний	Волдайское ледниковье
		Мгинское ледниковье
	Средний	Московское ледниковье
		Днепровское ледниковье
Девон	Средний	Лужский
		Наровский
Ордовик	Средний	Кегельский
		Хревитский
		Шундовский
		Итферский
		Кукерский
		Таллинский
	Нижний	Кундский
		Волховский
		Мяэкюльский
		Пакеротский

Кембрий	Средний	Ижорский
	Нижний	Эофитоновый
		Синих глин
		Надляминоритовый
		Ляминоритовый
		Гдовский
Архей		

1.2. Гидрогеология

По северной границе города протекает река Ижора (приток Невы), которая является общим водоприёмником гидросистемы города. По гатчинским паркам протекают её притоки — реки Тёплая и Колпанская. Также в городе расположены озёра — Белое, Чёрное, Серебряное, Филькино, Колпанское, пруды Карпин и Ковш.

Питание гидросистемы обусловлено на одну треть поверхностным стоком и на две трети родниками из подземных водных горизонтов. Значительная часть территории района, особенно в юго-восточной части, заболочена.

Подземные воды приурочены к четвертичным, девонским, ордовикским и кембрийским отложениям. Водоносный комплекс Четвертичных позднеледниковых отложений включает подземные воды, приуроченные к озерно-ледниковым отложениям приледникового и балтийского ледникового озера, а также внутриледниковых озер (камам) и флювиогляциальным отложениям (озам). Воды этих отложений образуют первый от поверхности водоносный горизонт пресных мягких вод, подверженных загрязнению с поверхности. Используются эти воды только для индивидуального водоснабжения шахтными колодцами глубиной 10м и скважинами до 20 м.

Водный режим – промывной. Водопроницаемость и скорость фильтрации различны на разных по степени карбонатности почвах и породах. Осадки не задерживаются в поверхностных горизонтах сильнокарбонатных почв, уходят по трещинам вглубь известняков.

Наиболее широкое распространение имеет водоносный горизонт, приуроченный к озерно-ледниковым пескам и реже к ленточным глинам. Пески эти слабоводоносны. Воды внутриморенных отложений приурочены к песчаным прослоям и линзам различной мощности внутри основной (волдайской) и нижней (московской) морен. Водообильность их слабая и непостоянная. Воды эти, частью свободные, частью

напорные, используются весьма ограниченными копаными колодцами глубиной до 10 м. Горизонт в целом рассматривается как водоупорный. (Стрибульская Е.Ю, 2013)

Водоносный горизонт межморенных отложений имеет невыдержанный литологический состав и неповсеместное распространение. Мощность его непостоянная и колеблется от незначительной до 36,5 м. горизонт повсеместно обладает напором, величина которого колеблется от 8-11 до 53 м. По химическому составу воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые и хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Водоносный горизонт, приуроченный к межморенным отложениям, содержит спонтанные газы. В составе газов преобладают метан и азот.

Водоносный горизонт лужских песчаников залегает под четвертичными отложениями. Вскрывается он большим числом скважин и колодцев, пройденных к пескам и песчаникам.

Водоносный горизонт наровских отложений приурочен к трещиноватым мергелям и реже к доломитам и песчаникам. Залегают подземные воды горизонта на глубине от 3-7 до 50-60 м. Воды обычно напорные. Водообильность горизонта непостоянная и зависит от степени трещиноватости пород. Практическое значение этого горизонта невелико. Водоносный горизонт ордовикских отложений представляет единый сложный комплекс трещинно-карстовых вод, приуроченный ко всей толще известняков и доломитов ордовика общей мощностью от 20 до 110 м. Режим уровней и температура подземных вод в пределах плато непостоянен и находится в тесной зависимости от времени года и количества выпадающих атмосферных осадков.

Подземные воды ордовикских отложений имеют большое практическое значение и используются для водоснабжения многочисленных населенных пунктов. Водоносный горизонт кембро-ордовикских отложений представляет единую водоносную толщу оболовых, ижорских и эофитоновых песков и песчаников, заключенную между синими глинами и диктеонемовыми сланцами. Общая средняя мощность водоносного горизонта 15-20 м. Воды горизонта напорные, водообильность непостоянная. Из всей толщи наиболее обводнены оболовые пески и песчаники.

Водоносный горизонт надляминаритовых отложений приурочен к условно выделенному горизонту песчаников с прослоями глин, залегающими между ляминаритовыми и синими глинами. Мощность прослоев песчаников, содержащих напорные пресные воды, небольшая и колеблется от 0,2 до 3 м. Уровни воды здесь устанавливаются близко к поверхности земли на глубине 1-3 м.

Водоносный горизонт ляминаритовых отложений. Водоносными являются редкие прослои и линзы песчаников и алевролитов мощностью от нескольких мм до 2-3

м, имеющие очень невыдержанное спорадическое распространение в толще ляминаритовых глин. Воды горизонта обладают повышенной минерализацией.

Водоносный горизонт гдовских отложений приурочен к пескам и песчаникам различной зернистости, имеющим непостоянную мощность и неоднородное строение. Водообильность горизонта высокая, но неравномерная. Воды гдовского горизонта характеризуются повышенной минерализацией. Они соленые, очень жесткие и для питьевого водоснабжения непригодны. (Стрибульская Е.Ю, 2013)

Подземными водами северо-восточной окраины Ижорского плато деревни Малые Колпаны осуществляется питание родников вблизи озер Гатчинского парка. Здесь в желтых доломитах, сосредоточены основные запасы инфильтрационных вод. Они, проходят путь по мергелям поселка Аэродром и дают начало каскаду родников, участвующих в образовании озер – Серебряного, Белого, реки Теплой. По химическому составу эти воды являются фторсодержащими, безжелезистыми, богатыми кислородом и обладают повышенной жесткостью.

1.3. Климат

Климат атлантико-континентальный. Морские воздушные массы обуславливают сравнительно мягкую зиму с частыми оттепелями и умеренно-тёплое, иногда прохладное лето. Средняя температура января -8°C , июля $+17^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков 650—700 мм, в зимний период выпадают преимущественно в виде снега. Преобладают западные и южные ветры. Минимальная температура, зарегистрированная в Гатчинском районе, составляет -44°C , максимальная $+34^{\circ}\text{C}$. (Швер Ц. А., Алтыкиса Е.В., Евтеевой Л. С. 1982)

1.4. Почвы и растительность

Почвообразующими породами данной местности являются четвертичные ледниковые и водно-ледниковые отложения, реже - ордовикские известняки.

Ордовикские доломитизированные известняки являются характерной чертой здешних ледниковых и водно-ледниковых отложений. Значительная часть моренных отложений относится к типу донной морены. Она в свою очередь сильно обогащена известняковыми валунами.

На территории плато преобладающими являются сильнокарбонатные суглинки и глины с нейтральной или слабощелочной реакцией среды, а также высокой степенью насыщенности Са и Mg. Высокое содержание в этих породах доступных растениям фосфора и различных форм калия. Некарбонатные или глубоковыщелоченные

моренные суглинки обладают слабокислой реакцией среды, меньшей насыщенностью основаниями, а также маленьким содержанием фосфора и калия. (Пестряков В.К., 1973)

На территории преобладают еловые леса с дубравно-травяным покровом. Здесь встречаются молодые липы, клены, дубы, в подлеске много орешника, жимолости, смородины.

На холмистой территории с наиболее сухой дерново-карбонатной почвой встречаются сосна и еловое редколесье, кустарники и травы, среди них множество засухоустойчивых видов. В понижениях рельефа образуются ельники.

На сухих дерново-карбонатных, хорошо прогреваемых почвах преобладают остепненные луга, где встречается горный клевер, крупные злаки – овсец, тимофеевка, а также манжетка. Обедненные луга, которые сформировались на дерново-подзолистых почвах образуют колосковые или щучковые луга.

На территории района расположены следующие особо охраняемые природные территории: «Мшинское болото» — федеральный комплексный заказник; «Глебовское болото» — региональный гидрологический заказник; «Ракитинский» — региональный ботанический заказник; «Север Мшинского болота» — региональный гидрологический заказник; «Обнажения девона на реке Оредеж у посёлка Белогорка» — геологический памятник природы. Кроме того проектируется природный парк «Верхний Оредеж» и планируются к созданию несколько особо охраняемых территорий: Заказник «Оредеж-Яровое» — природные комплексы реки Оредеж и прилегающие лесные массив; памятник природы «Карташевский ельник» — эталонный массив елового леса; памятник природы «Репузи» (Пудость) — территория произрастания редких видов растений; памятник природы «Болото Корпиково» — пойменный комплекс, где произрастают редкие виды растений; памятник природы «Гатчинская „чудо-поляна“» — место произрастания редких видов растений; памятник природы «Истоки реки Парица» — уникальное «ключевое болото», где произрастают редкие виды растений. (Пестряков В.К., 1973)

1.5. Радиационная обстановка

Радиационный фон на территории Ленинградской области находится в пределах 0,08-0,29 мкЗв/ч.

В целом по области уровень гамма-фона определяется природными и (незначительно) техногенными источниками на территориях некоторых районов области, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлых радиационных аварий и инцидентов.

Западная часть Ленинградской области, включающая территорию Гатчинского района, подверглась загрязнению радиоактивными осадками Чернобыльской АЭС, содержащими радионуклиды цезия-137, цезия-134, рутения-106 и церия-104 и др. На изменение радиационной обстановки в основном влияют: естественный распад радионуклидов; заглубление радионуклидов под действием природно-климатических процессов; фиксация радионуклидов в геохимических и почвенных структурах; перераспределение радионуклидов в почвенном слое за счет антропогенного воздействия.

Мониторинг радиационной обстановки на территориях населенных пунктах (НП), пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, остается одним из приоритетных направлений деятельности в области обеспечения радиационной безопасности населения региона. (Сидоренко Ю., Демин А., 2011)

1.6. Техногенные объекты района

Главные источники загрязнения воздуха в Гатчине - тепловые электростанции (котельные), автотранспорт.

К загрязнению открытых водоемов приводит выпуск неочищенных сточных вод. Так было загрязнено Белое озеро, куда выпускались производственные стоки (по данным лаборатории Государственного центра агрохимической службы). Многие показатели природных вод близки к предельно-допустимым концентрациям (ПДК).

Водоснабжение населения осуществляется из подземных источников (406 артезианских скважин) и частично из системы Невского водопровода. Вода отличается сезонным ухудшением качества воды, что связано с недостаточным прикрытием водоносных горизонтов.

В Гатчине канализационные очистные сооружения в течение ряда лет работали с 30% перегрузкой. Эффективность работы очистных сооружений высока, до 95%. Однако, сооружения не рассчитаны на очистку от специфических загрязнений, которые поступают по стокам промышленных предприятий (соли тяжелых металлов, нефтепродукты и т. д.). Все канализационные очистные сооружения имеют систему обеззараживания сточных вод перед выпуском в водоем. Для обеззараживания применяют хлор. (Сидоренко Ю., Демин А., 2011)

Почвы отражают характер многолетнего процесса загрязнения окружающей среды, дающей представление о качестве связанных с ней жизнеобеспечивающих сред - атмосферного воздуха и вод. Среди загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы. Считается, что тяжелые металлы наиболее токсичны и способны

накапливаться в организме (ацетат свинца $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ или соли меди – очень ядовитые вещества).

По мере роста общего показателя загрязнения почв и воды увеличивается общая заболеваемость, число болеющих хроническими заболеваниями детей, обнаруживается нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Так же угрозу для населения представляют предприятия, занимающиеся перевалкой нефтепродуктов, таким предприятием является Компания ЛВЖ-701 (Рис.1). Это предполагаемый источник загрязнения деревни Малые Колпаны.



Рис.1 Предполагаемый источник загрязнения Компания ЛВЖ-701

ООО «Компания ЛВЖ-701» оказывает услуги по хранению и перевалке светлых и темных нефтепродуктов. Компания расположена недалеко от деревни Малые Колпаны Ленинградской области, на ее территории установлены 37 резервуаров различных объемов: 2 РВС - по 3000 куб.м; 1 РВС - по 2000 куб.м; 4 РВС - по 1000 куб.м; 6 РВС - по 400 куб.м; 24 РГС - по 50-100 куб.м.

В пользовании объекта имеется участок железной дороги, оборудованный эстакадой для одновременной подачи/уборки 11 вагонов/цистерн. Опорная станция - Гатчина-Товарная-Балтийская - находится на расстоянии 2,5 км от нефтебазы. Проводятся работы по сливу-наливу нефтепродуктов.

На территории промплощадки ООО "Компания ЛВЖ - 701" располагается предприятие-арендатор ЗАО "СиБРосьПереработка". Данные предприятия имеют единую санитарно-защитную зону. Согласно программам производственного контроля

ООО "Компания ЛВЖ - 701" и ЗАО "СибРосьПереработка" осуществляют лабораторные исследования качества атмосферного воздуха, но последние экспертные данные заключений БУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в ленинградской области в Гатчинском районе" представлены за август 2014 года.

Глава 2. Методы и материалы исследования

2.1. Полевые методы исследования

В рамках данной работы изучались промышленные и природно-рекреационные зоны.

Для того чтобы напрямую выявить негативное воздействие предполагаемого источника загрязнения, был выбран участок для отбора проб с учетом розы ветров (преимущественное среднегодовое направление – юго-западное) и санитарной зоны 100м (4 класс опасности, п.8 «Склады горюче-смазочных материалов») и 300м, так как на территории площадки ООО «Компания ЛВЖ-701» располагается предприятие – арендатор – ЗАО «СибРосьПереработка» (3 класс опасности, п. 33 «Производство сжатых и сжиженных продуктов разделения».)



Рис.2 Приложение к СанПин заключению с определением СЗЗ для ООО «Компания ЛВЖ-701»

«Данные границы были установлены в условиях сложившейся градостроительной ситуации» (Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека лист 4 Приложения к СанПин заключению от 24.04.2012г.).

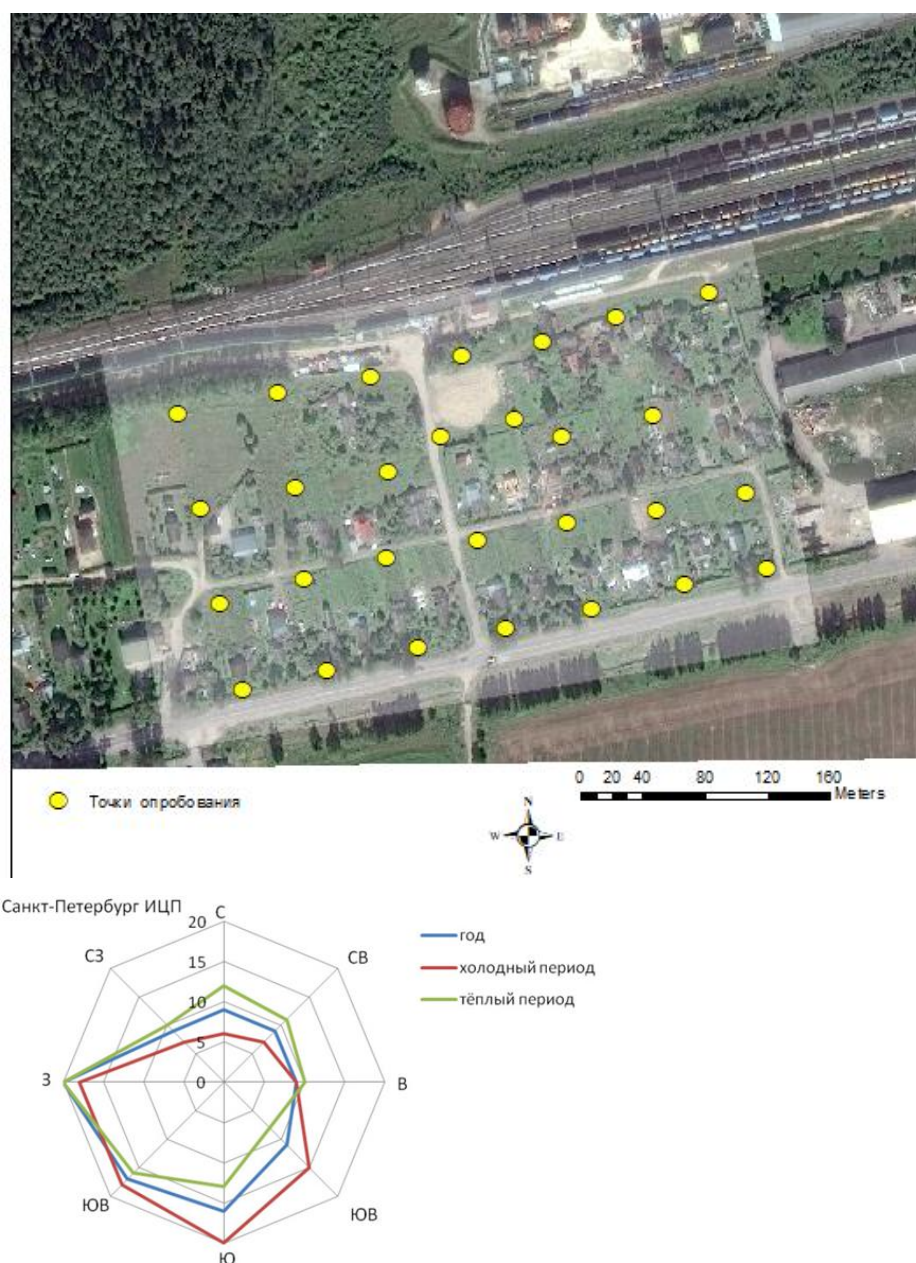


Рис.3 Участок отбора проб с учетом розы ветров

2.1.1. Литохимическое опробование

В каждой точке были отобраны пробы почвы через каждые 50 метров. Пробы отбирались от поверхности почвы до глубины 20 см методом "конверта" (на участке площадью 1 кв. м отбирают пробы почвы по углам квадрата и в его центре).

2.1.2. Лихеноиндикация

Один из способов оценки качества воздуха производится посредством вычисления относительной численности лишайников на стволах деревьев, а далее производится анализ видов лишайников. Это определяется через определение

показателей проективного покрытия, т.е. процентного соотношения площадей, покрытых лишайниками, и площадей, свободных от лишайников.

На данном участке были выбраны 10 деревьев одного вида, примерно одного возраста и размера для определения качества воздуха методом лишеноиндикации (к каждому дереву прикладывался квадрат из полиэтилена 10 x 10, разделенный сеткой квадратов в 1 см², высчитывалось количество квадратов с лишайниками, подсчитывалось число видов лишайников и количество доминирующих видов).

2.1.3. Измерение γ -активности

Для измерения общей суммарной γ -активности был использован прибор СРП-97, состоящий из: детектора(кристалл NaI в виде цилиндра); фотоэлектронного умножителя, который воспринимает вспышки внутри кристалла и преобразует их в электрические импульсы, увеличивая их до 1,5-2 В; пульта.

Величина фона измеряется три раза с интервалом между измерениями в несколько секунд. Гильза устанавливается вертикально относительно поверхности. Перед и после работы с прибором проводятся контрольные измерения – гильза ставится торцом к крышке контейнера, где находится радиоактивный Co^{60} .

2.2. Лабораторные методы исследования

Образцы почв были просушены до воздушно-сухого состояния, а также были получены средние пробы путем четвертования исходных. Отобранные средние пробы почвы взвесили и пропустили через сито с диаметром отверстия в 1 мм. Грубые остатки протерли в ступке, а оставшиеся камни, крупный и мелкий хрящ взвесили и рассчитали процентное содержание хряща в каждом образце.

2.2.1. Анализ проб почво-грунтов на нефтепродукты

Для определения содержания нефтепродуктов в пробах почвы необходимо было провести экстракцию нефтепродуктов из анализируемой пробы гексаном с последующим отделением полярных компонентов на хроматографической колонке с оксидом алюминия и детектированием нефтепродуктов в полученном фильтрате. Для этого на аналитических весах взвешивают флакон с пробой почвы. Почву количественно переносят из флакона в коническую колбу вместимостью 50 мл, промывают флакон 4 порциями по 2,5 мл гексана, промывные жидкости сливают в

колбу. Взвешивают пустой флакон и по разности двух взвешиваний определяют массу пробы почвы, взятой для проведения анализа. Колбу закрывают пробкой и экстрагируют нефтепродукты в течение 15 мин при встряхивании с помощью перемешивающего устройства. Через хроматографическую колонку пропускают 3 мл гексана, при этом элюат отбрасывают. После этого через колонку пропускают экстракт (допускается попадание пробы вместе с экстрактом в колонку), при этом первые 3 мл элюата отбрасывают, а оставшуюся часть элюата собирают и проводят измерение концентрации в нём НП на ИК-анализаторе.

Принцип детектирования нефтепродуктов основан на поглощении молекулами углеводородов инфракрасного излучения в области спектра 2700-3200 см⁻¹, обусловленного валентными колебаниями CH₃ и CH₂ групп алифатических и алициклических соединений и боковых цепей ароматических углеводородов, а также связей СН ароматических соединений. Основное достоинство методики – слабая зависимость аналитического сигнала от типа нефтепродукта. Основной её недостаток – необходимость использования высокотоксичных экстрагентов.

Исследования проводились на двухлучевом сканирующем спектрофотометре UV-1800SHIMADZU.

2.2.2. Анализ проб почво-грунтов на тяжелые металлы

Пробы почвы исследовались в лаборатории на концентрацию элементов: Pb, Cu, Zn, As, с помощью рентгено-флуоресцентного анализа, который основан на возбуждении и регистрации рентгеновской флуоресценции определяемых элементов. Энергия фотонов этого излучения однозначно связана с природой элемента, а величина потока пропорциональна его содержанию в анализируемой среде. Время измерения каждой пробы было задано 60 секунд.

Порядок измерений на анализаторе AP-104: измельченная и просеянная проба засыпается в бокс, который, ставится в гнездо подвижной каретки и задвигается в прибор; измерения около 70-и секунд и после каждого десятого измерения проводятся три контрольных измерения проб с уже известным химическим составом (Z; Q;G).

Аппаратура состоит из блока возбуждения и детектирования (БВД), анализатора импульсов (АИ).

В состав БВД входят рентгеновский излучатель на основе рентгеновской трубки БС – 1 с молибденовым анодом, работающий при напряжении 40 кВ, четырех независимых каналов для измерения элементов и пятого канала для измерения рассеянного пробой рентгеновского излучения трубки.

Каждый элементный канал содержит изогнутый кристалл – анализатор (LiF) и узел детектирования, включающий газонаполненный детектор рентгеновского излучения и предусилитель. Электрические импульсы с каждого канала БВД поступают в АИ, который обеспечивает предварительную настройку и текущий контроль работы каналов, задание времени экспозиции и запуск начала измерения очередной пробы.

Данные из АИ в процессе измерений поступают в персональный компьютер для последующей обработки и вычисления содержания химических элементов.

Результаты измерений, в конечном счете, представляют собой сводную таблицу с указанием содержания исследуемых элементов в каждой проанализированной пробе.

Глава 3. Результаты исследований

3.1. Исследования почво-грунтов

В документе МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая основа качества почвы населенных мест» предложена своя градация значений степени загрязнения нефтепродуктами почв и грунтов: за ПДК принимают фоновое региональное значение. В нашем случае это 337Мг/кг (Табл.№3).

Таблица №1. Шкала уровня загрязнения нефтепродуктами почв.

Уровень загрязнения	Мг/кг
Допустимый	0 – ПДК
Низкий	ПДК – 1000
Средний	1000 – 2000
Высокий	2000 – 3000
Очень высокий	3000 - 5000

Таблица №2. Коэффициенты концентрации элементов в почве и степень загрязнения.

Проба	Ci(Ch), мг/кг	Kc	Ci(Pb), мг/кг	Kc	Ci(Zn), мг/кг	Kc	Ci(Cu), мг/кг	Kc	Ci(As), мг/кг	Kc	Zc
1	4990	14,8	16	0,8	69	1,6	23	1,3	5	1,9	16,4
2	4980	14,8	19	0,9	77	1,8	29	1,6	5	1,9	17
3	5370	15,9	15	0,8	84	1,9	34	1,9	5	1,9	20,3
4	5630	15,9	13	0,7	84	1,9	28	1,6	5	1,9	18
5	8770	26,0	116	6,0	95	2,2	20	1,1	5	1,9	33,2
6	4410	13,0	17	0,9	62	1,4	35	1,9	5	1,9	15,1
7	6810	20,2	14	0,7	57	1,3	33	1,8	5	1,9	21,9
8	4010	11,9	14	0,7	96	2,2	36	2,0	5	1,9	14,7
9	1720	5,1	18	0,9	89	2,1	26	1,4	5	1,9	7,4
10	9010	26,7	19	0,9	80	1,9	35	1,9	5	1,9	29,3
11	8060	23,9	35	1,8	240	5,6	54	3,0	5	1,9	32,2
12	3610	10,7	18	0,9	99	2,3	38	2,1	5	1,9	13,9

13	10740	31,9	37	1,9	109	2,5	62	3,4	5	1,9	37,6
14	1740	5,2	38	1,9	117	2,7	40	2,2	5	1,9	13,9
15	5960	17,7	30	1,6	110	2,6	35	1,9	5	1,9	21,7
16	7740	22,9	24	1,3	115	2,7	53	2,9	5	1,9	27,7
17	5260	15,6	25	1,3	70	1,6	31	1,7	5	1,9	18,1
18	8330	24,7	23	1,2	55	1,3	23	1,3	5	1,9	26,4
19	2130	6,3	15	0,8	44	1,0	25	1,4	5	1,9	7,4
20	8720	25,9	14	0,7	31	0,7	35	1,9	5	1,9	26,8
21	4220	12,5	22	1,2	67	1,5	29	1,6	5	1,9	18,7
22	9970	29,6	53	1,2	182	4,2	102	5,7	5	1,9	18,6
23	5210	15,5	24	1,3	114	2,6	45	2,5	5	1,9	19,8
24	4820	14,3	49	2,6	183	4,2	102	5,7	5	1,9	24,7
25	17190	51,1	22	1,2	94	2,2	34	1,9	5	1,9	54,3
26	6620	19,6	32	1,7	120	2,8	36	2,0	5	1,9	24
27	13880	41,2	70	3,7	716	16,6	49	2,7	5	1,9	62,1
28	5510	16,4	27	1,4	87	2,0	22	1,2	5	1,9	18,9

Исходя из данных, представленных в таблице №2 можно сделать вывод о том, что уровень загрязнения нефтепродуктами на данном участке варьируется от среднего до очень высокого по шкале МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая основа качества почвы населенных мест».

Таблица №3. Показатели тяжелых металлов и элементов в почве.

Элемент	Среднее, мг/кг	Max, мг/кг	Min, мг/кг	Фоновое содержание, Мг/кг	ПДК/ мг/кг
Нефтепродукты	6602	17190	1720	337	1000
Pb	29,3	116	13	19,11	32,00
Zn	116,6	716	31	43,10	220,00
Cu	39,8	102	20	18,00	132,00
As	5	5	5	2,62	2,00

**по данным Российского геоэкологического центра - филиала ФГУП «Урангео» (объем выборки 1917 проб).*

Для селитебных территорий, не ведущих добычу нефти, фоновое содержание нефтепродуктов в почве составляет 337 мг/кг. Были посчитаны коэффициенты концентраций (K_c) для каждого элемента на каждой точке пробоотбора по формуле $K_c = C_i / \text{фон}$.

Затем для каждой точки высчитывался суммарный коэффициент загрязнения ($Z_c > 1,5$) по формуле: $Z_c = \Sigma(K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1)$, где n - число суммируемых коэффициентов концентраций, K_{ci} - коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения. Расчет Z_c проводится только для тех проб, в которых имеются коэффициенты концентрации больше 1,5, а в нашем случае это все 28 проб из-за высоких коэффициентов по нефтепродуктам. Полученные коэффициенты сравниваем с таблицей №4 и делаем вывод.

Таблица №4. Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c) (МУ 2.1.7.730-99).

Категория загрязнения почв	Величина Z_c
Допустимая	Менее 16
Умеренно опасная	16 – 128
Опасная	32 – 128
Чрезвычайно опасная	Более 128

3.2. Исследования атмосферного воздуха

Для исследования чистоты воздуха было выбрано 9 деревьев одного вида и примерно одного возраста, подсчитано количество лишайников на каждом дереве на выбранном квадрате исследования на расстоянии от земли примерно 1.5 метра. На данном участке нам встретились *Phaeophyscia nigricans*, *Xanthoriapolycarpa*, *Phlyctisargena*, *Buelliapunctata*, *Lecanoraexpallens*, *Phaeophysciaorbicularis*, *Xanthoriaparietina* и *Scoliciosporumchlorococcum*.

Рассчитали проективное покрытие на каждом из деревьев в %, поместили данные в таблицу №5.

Таблица №5. Журнал оценки качества воздуха по проективному покрытию ствола дерева.

Порядковый номер дерева	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Степень покрытия лишайниками, %	52	81	74	70	59	43	51	72	45

Количество видов лишайников	3	3	4	2	3	4	4	4	3
Количество лишайников доминирующего вида	1	2	2	1	2	2	1	2	1

Таблица №6. Шкала качества воздуха по проективному покрытию лишайниками стволов деревьев.

Степень покрытия	Число видов	Число лишайников доминантного вида	Степень загрязнения
>50%	>5	>5	Очень чистый воздух
	3-5	>5	Чистый воздух
	2-5	<5	Относительно чистый воздух
20-50%	>5	>5	Относительно чистый воздух
	>2	<5	Умеренное загрязнение
< 20%	3-5	<5	Сильное загрязнение
	0-2	<5	Очень сильное загрязнение

По результатам исследования наш участок находится в зоне с относительно чистым воздухом. В основном загрязнения на данном участке связаны с автотранспортным транспортом.

Более детально можно оценить качество воздуха по видовому составу лишайников. Определенные лишайники по-разному реагируют на присутствие газообразных загрязнителей и их концентрацию. Очень чувствительными считаются виды родов *Usnea*, *Brioria*, *Cetraria*, *Parmelia*. Средней чувствительностью обладают виды родов *Evernia*, *Ramalina*. Низкой чувствительностью отличаются виды родов *Xanthoria*, *Physcia*, *Lecanora*, *Caloplaca*. На нашем участке наиболее распространенным видом оказались как раз *Xanthoriaparietina*.

Нам необходимо рассчитать индекс палеотолерантности (IP) по формуле:

$$IP = S [(A_i * C_i) / C_n], \text{ где}$$

A_i – класс палеотолерантности вида (от I до X по табл.№7);

C_i – проективное покрытие каждого отдельного вида (в баллах по табл.№8);

C_n – сумма значений покрытия всех видов (в баллах).

Таблица №7. Классы палеотолерантности (A_i)

№ класса	Тип местообитания и встречаемость видов	Виды, входящие в класс
I	Естественные местообитания без техногенного воздействия.	<i>Lecanactis abietina</i> , <i>Lobaria scrobiculata</i> , <i>Menegzzia terebrata</i> , <i>Mycoblastus sanguinarius</i> , виды

		<i>родов Pannaria, Parmeliella, самые чувствительные виды рода Usnea</i>
II	Естественные (часто) и техногенно слабоизмененные местообитания (редко).	<i>Bryoria chalybeiformis, Evernia divaricata, Cyalecta ulmi, Lecanora coilocarpa, Ochrolechia androgyna, Parmeliopsis aleurites, Ramalina calicaris.</i>
III	Естественные (часто) и техногенно слабоизмененные местообитания (часто).	<i>Bryoria fuscescens, Cetraria chlorophylla, Hypogymnia tubulosa, Lecidea tenebricosa, Opegrapha pulicaris, Pertusaria pertusa, Usnea subfloridana</i>
IV	Естественные (часто) и техногенно слабо (часто) и умеренно (редко) измененные местообитания.	<i>Bryoria implexa, Cetraria pinastri, Graphis scripta, Lecanora leptyroides, Lobaria pulmonaria, Opegrapha diaphora, Parmelia subaurifera, Parmeliopsis ambigua, Pertusaria coccodes, Pseudevernia furfuraceae, Usnea filipendula</i>
V	Естественные (часто) и техногенно слабо (часто) и умеренно (часто) измененные местообитания.	<i>Caloplaca pyrace L.rugosa, L.subfuscata, L.subrugosa, Lecidea glomerulosa, Parmelia exasperata, P.olivacea, Physcia aipolia, Ramalina farinacea</i>
VI	Естественные (редко) и техногенно умеренно измененные местообитания (часто).	<i>Arthonia radiata, Caloplaca aurantiaca, Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Lecanora allophana, L.carpinea, L.chlarona, L.pallida, L.symmictera, Parmelia acetabulum, P.subargentifera, P.exasperatula, Pertusaria discoidea, Hypocenomyce scalaris, Ramalina fraxinea, Rinodina exigua, Usnea hirta</i>
VII	Умеренно (часто) и сильно (редко) техногенно измененные местообитания	<i>Caloplaca vitellina, Candelariella vitellina, C.xanthostigma, Lecanora varia, Parmelia conspurcata, P.sulcata, P.verruculifera, Pertusaria amara, Phaeophyscia nigricans, Phlyctis agelaea, Physcia</i>

		<i>ascendens, Ph.stellaris, Ph.tenella, Physconia pulverulacea, Xanthoria polycarpa</i>
VIII	Умеренно (часто) и сильно (часто) техногенно измененные местообитания.	<i>Caloplaca cerina, Candelaria concolor, Phlyctis argena, Physconia grisea, Ph.enteroxantha, Ramalina pollinaria, Xanthoria candelaria</i>
IX	Сильно (часто) техногенно измененные местообитания.	<i>Buellia punctata, Lecanora expallens, Phaeophyscia orbicularis, Xanthoria parietina</i>
X	Очень сильно техногенно измененные местообитания (встречаемость и жизнедеятельность видов низкие).	<i>Lecanora conizaeoides, L.hageni, Lepraria incana, Scoliciosporum chlorococcum</i>

Таблица №8. Оценка проективного покрытия по 10-бальной шкале

Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Покрытие, %	1-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-80	80-100

Таблица №9. Результаты исследования

№ дерева	Лишайники	Ci, балл	Cn, балл	Ai (I-X)	IP
1	Phaeophyscia orbicularis	3	14	IX	8,9
	Lecanora expallens	7			
	Phaeophyscia nigricans	4			
2	Xanthoria parietina	9	15	IX	9
	Phaeophyscia orbicularis	4			
	Phaeophyscia orbicularis	2			
3	Xanthoria parietina	9	13	IX	8,7
	Phaeophyscia orbicularis	1			
	Phaeophyscia orbicularis	2			

	Scoliciosporum chlorococcum	1			
4	Xanthoria parietina	8	13	IX	8,9
	Phaeophyscia orbicularis	5			
5	Xanthoria parietina	8	14	IX	8,9
	Phaeophyscia orbicularis	3			
	Scoliciosporum chlorococcum	3			
6	Xanthoria parietina	4	14	IX	8,8
	Phaeophyscia orbicularis	2			
	Buellia punctata	1			
	Phaeophyscia nigricans	7			
7	Xanthoria parietina	5	15	IX	9
	Phaeophyscia orbicularis	2			
	Buellia punctata	1			
	Phaeophyscia nigricans	7			
8	Xanthoria parietina	3	18	IX	9
	Phaeophyscia orbicularis	9			
	Buellia punctata	2			
	Scoliciosporum chlorococcum	4			
9	Xanthoria parietina	5	13	IX	8,8

	Phaeophyscia orbicularis	7			
	Scoliciosporum chlorococcum	1			

Таблица №10. Индекс палеотолерантности

IP	Концентрация SO ₂ (мг/м ³)	Условная зона
1-2	Менее 0,01	Нормальная
2-5	0,01-0,03	Малого загрязнения
5-7	0,03-0,08	Среднего загрязнения
7-10	0,08-0,10	Сильного загрязнения
10	0,10-0,30	Критического загрязнения
0	Более 0,30	Лишайниковая пустыня

Индекс палеотолерантности помогает оценить территорию исследования. По расчетным данным территория является зоной сильного загрязнения с годовой концентрацией SO₂ в воздухе примерно 0,08-0,10 мг/м³.

3.3. Исследования радиационного фона

Съемка проходила со скоростью не более 2 км/ч, блок детектирования радиометра совершал зигзагообразные движения перпендикулярно направлению прохождения выбранного профиля и находился на расстоянии около 0,1-0,3 м от земли.

По результатам гамма-съемки на участке не выявлено зон, в которых показания радиометра в 2 раза или более превышают среднее значение, и мощность дозы гамма-излучения не превышает 0,3 мкЗв/ч на земельных участках под строительство жилых и общественных зданий, а также 0,6 мкЗв/ч – на участках под строительство производственных зданий и сооружений, поэтому локальные радиационные аномалии на обследованной территории отсутствуют (Рис.№4).

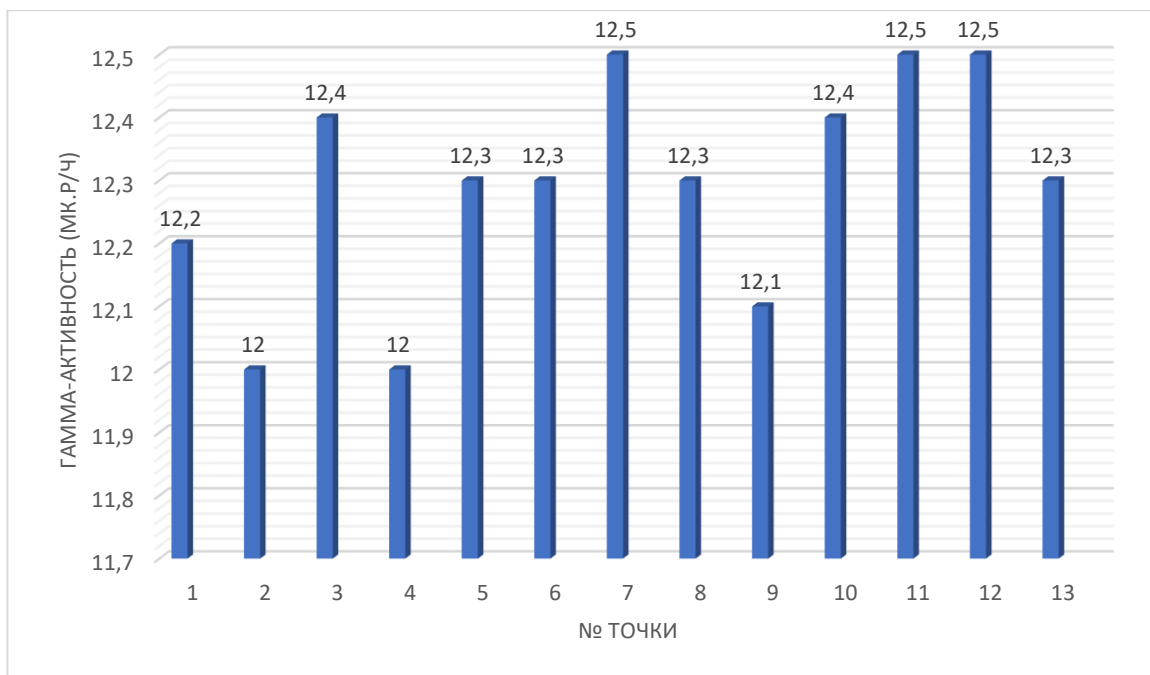


Рис.4 Определение мощности дозы гамма – излучения

Значения γ -активности не превышают допустимых норм, значения варьируются в диапазоне от 12,0 до 12,5 МкР/ч (0,1 мкЗв/ч).

3.4. Исследования подземных вод

Водоснабжение д. Малые Колпаны осуществляется от 2 скважин, расположенных на территории ЗАО «Гатчинский ККЗ». Система водоснабжения также включает в себя емкость исходной воды 500 м³, насосную станцию и водопровод. ЗАО «Гатчинский ККЗ» осуществляет водоснабжение не только собственных объектов завода, но и отпускает воду для населения деревни. Обеспечение водой потребителей д. Малые Колпаны осуществляется с использованием ручного насоса. Производятся ежегодные органолептические, химические, бактериологические и радиологические анализы качества воды и установлены станции очистки воды.



Рис.5 Технологическая зона централизованного водоснабжения д. Малые Колпаны

Из протокола лабораторных исследований № 4734 скважин д. Малые Колпаны на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения» для ЗАО «Гатчинский комбикормовый завод» следует информация о санитарно-гигиенических и микробиологических исследованиях, представленных в табл. № 11, №12.

Таблица №11. Санитарно-гигиенические исследования

Показатели	Результаты исследования	Величина допустимого уровня	НД на методы исследования
РН	7,39	В пределах 6-9	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
Жесткость общая	7,0 Ж (моль/л)	Не более 7,0 Ж (моль/л)	ГОСТР 52407-2005
Окисляемость	1,2 мг/л	Не более 5,0мг/л	ПНД Ф 1:2:4.154-99
Сухой остаток	380,0 мг/л	Не более 1000,0мг/л	ГОСТ 18164-72
Нефтепродукты	Менее 0,005 мг/л	Не более 0,1 мг/л	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
СПАВ	Менее 0,01мг/л	Не более 0,5 мг/л	ПНД Ф 14.1:2:4.15-95
Фенольный индекс	Менее 0,005 мг/л	Не более 0,25 мг/л	ПНД Ф 14,1:2:4.182-02

Исследуемая проба соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01 по заявленным показателям. Данные по микробиологическим исследованиям так же соответствует заявленным требованиям и представлены в приложении №1.

3.5. Статистический анализ

В ходе научных исследований и при обработке результатов наблюдений часто невозможно контролировать все действующие факторы, поэтому основные закономерности проявляются на фоне случайных изменений регистрируемых параметров. Методы математической статистики позволяют в подобных ситуациях выявить

закономерную составляющую изменчивости переменных и проверить те или иные гипотезы относительно природы явления. В основе анализа данных, включающих случайную составляющую, лежат методы теории вероятности и математической статистики. И если теория вероятности занимается исчислением вероятности, то математическая статистика с помощью методов теории вероятностей занимается изучением случайных величин. (Иванюкович Г.А., 2010)

В большинстве природных явлений присутствуют детерминированная (ее значение зависит от контролируемых факторов и может быть) и случайная (ее значение зависит от случайных или неконтролируемых факторов) составляющие, поэтому для обнаружения закономерностей приходится «отсеивать» мешающие случайные факторы.

Полученные количественные данные химического анализа почв были занесены в таблицу данных Excel, а затем перенесены в программу Statistica версии 12.0. Пакет рассчитан на решение широкого круга задач. Методы анализа реализуются в специализированных модулях, которые учитывают особенности исследования переменных. Выбор эффективных средств анализа и интерпретацию полученных результатов облегчают разнообразные графические средства. (Иванюкович Г.А., 2010)

Были определены основные параметры описательной статистики выборки: мода, медиана, среднее квадратическое отклонение выборки, среднеарифметическое значение, дисперсия, минимум и максимум (Табл.№12).

Таблица №12 расчет описательной статистики

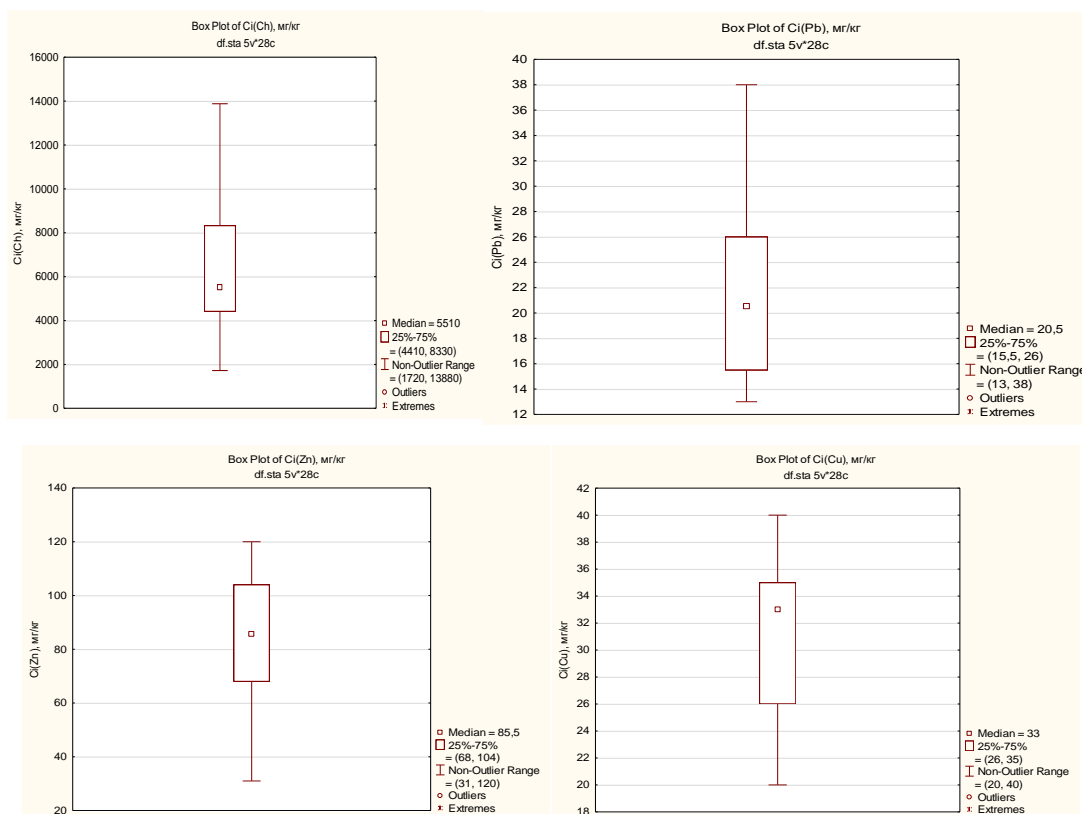
	Ci(Ch), мг/кг	Ci (Pb), мг/кг	Ci(Zn), мг/кг	Ci (Cu), мг/кг	Ci (As), мг/кг
Среднее	6230	22	84	30	5
Медиана	5510	20	85	33	5
Мода	1720	14	84	35	5
Среднекв.откл.	2835	7	24	5	0
Дисперсия	8037449	58	582	33	0
Минимум	1720	13	31	20	5
Максимум	13880	38	120	40	5

Значение моды – это наиболее часто встречающееся значение на участке, то есть условная норма. На примере свинца видно, что мода меньше среднего арифметического, значит на участке наиболее вероятно встречаются выделяющиеся из общей выборки величины.

Далее были построены гистограммы распределения. По каждому элементу были определены результаты измерения, выделяющиеся из общей выборки – выбросы. Большая часть всей вероятности лежит в пределах трёх стандартных отклонений по обе стороны от медианы. Всё, что выходит за данный диапазон, было идентифицировано, как выбросы и было заменено значениями, вычисленными путём деления наименьшей величины параметра на два.

После удаления выбросов были вновь построены гистограммы распределения, по которым были выявлены элементы, распределение которых подчиняется нормальному закону.

Для наглядности по этим элементам были также построены графики «ящик с усами» по каждому участку. Если закон распределения переменной неизвестен, при построении «ящика с усами» используют медиану, квартили, а также минимальное и максимальное значения. Рассматривая диаграммы, можно судить об особенностях распределения переменных. (Рис.№6)



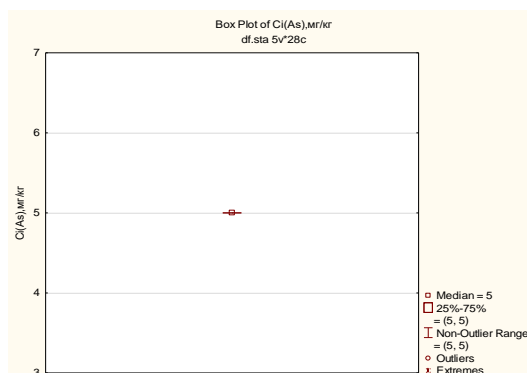


Рис.6 Диаграммы «Ящик с усами» для выборки значений элементов на участке

На всех графиках выбросы отсутствуют, так как были удалены. Распределения оставшихся элементов и веществ были проверены на соответствие логнормальным. Для достоверности анализа распределений на нормальность был так же использован критерий Колмогорова-Смирнова (Табл.№13).

Таблица№13 Эмпирические значения критерия Колмогорова-Смирнова.

	Ci(Ch) , мг/кг	Ci(Pb) , мг/кг	Ci(Zn) , мг/кг	Ci(Cu) , мг/кг
Статистика критерия	0,139	0,159	0,096	0,185
Асимптотическая значимость (2-сторонняя)	0,191	0,120	0,200	0,059

Поскольку уровень значимости для всех показателей выше 0,05, следовательно распределения данных не отличается от нормального. Относительно As при рентгенофазовом анализе был низкий порог определения, поэтому он имеет единственное значение и нулевую изменчивость.

Далее данные прокоррелировали между собой. Для сравнительной оценки силы связи между переменными применяют матрицу коэффициентов парной корреляции (коэффициенты корреляции Пирсона), элементы которой представляют коэффициенты ковариации, нормированные на стандартные отклонения соответствующих переменных. [4]. Корреляционный анализ выявил корреляционные пары (Табл.№14).

Таблица№14 Корреляционные пары на участке

	Ci(Ch), мг/кг	Ci(Pb), мг/кг	Ci(Zn), мг/кг	Ci(Cu), мг/кг
Ci(Ch), мг/кг	1,00	0,19	-0,013	-0,17

Ci(Pb), мг/кг	0,19	1,00	0,59	0,11
Ci(Zn), мг/кг	-0,013	0,59	1,00	0,42
Ci(Cu), мг/кг	-0,17	0,11	0,42	1,00

Свинец и цинк по данным таблицы коррелируют между собой. Исходя из этих данным можно предположить, что природа возникновения обоих элементов одинакова.

Для этих же веществ и элементов был проведён факторный анализ. В основе факторного анализа лежит предположение о том, что переменные, описывающие некий процесс, определенным образом связаны друг с другом.

Этот вид анализа применяется для выделения геохимических ассоциаций элементов. Для отбора значимых факторов был использован критерий «осыпи».

Таблица №15 Факторный анализ

	Factor 1	Factor 2
Ci(Ch), мг/кг	-0,121915	0,923501
Ci(Pb), мг/кг	0,768896	-0,174918
Ci(Zn), мг/кг	0,861043	-0,289356
Ci(Cu), мг/кг	0,714988	0,345402

По данным таблицы нефтепродукты и тяжелые металлы отнесены к двум разным факторам. Визуально это можно рассмотреть на графике зависимости собственных значений от номера фактора и распределения факторных нагрузок после вращения осей Varimax (Рис. №7). Цель вращения – это выявить максимальное различие факторов при минимальном разбросе вокруг них величин.

По графику мы видим, что наиболее независимые друг от друга точки – это углеводороды и тяжелые металлы. Вероятнее всего природа возникновения этих двух групп элементов разная, потому как на графике есть определенная зависимость: чем больше в почве тяжелых металлов, тем меньше нефтепродуктов и наоборот.

Предположительно загрязнение тяжелыми металлами происходит вследствие близости участка к автодороге, а загрязнение нефтепродуктами все же отнесено к нефтехранилищу.

Что касается антагонизма пар свинец-цинк, нефтепродукты-медь предположительно природа происхождения меди связана с Комбикормовым заводом, расположенным на исследуемой территории. Известно, что медь является одним из главных микроэлементов, входящих в состав комбикормов для птиц.

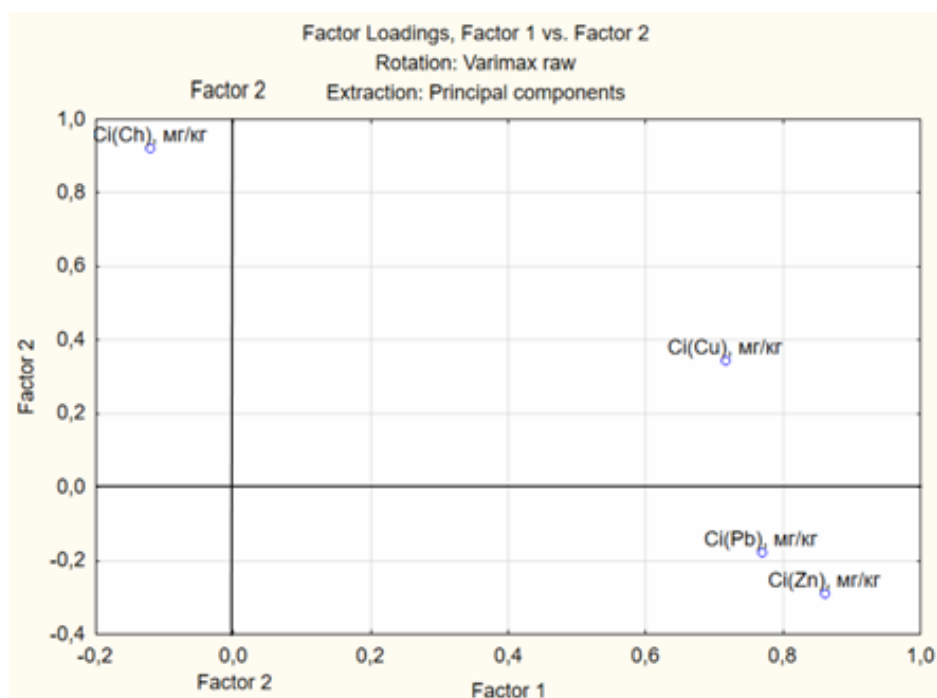


Рис.7 Зависимость собственного значения от номера фактора и распределение факторных нагрузок после вращения осей Varimax на участке.

Для объяснения нагрузки на окружающую среду обоих факторов необходимо определить вес фактора, то есть его вклад в загрязнение данного участка. Для этого необходимо построить таблицу PRPT и вычислить долю объяснимой дисперсии (Табл.№16).

Таблица №16 Доля объяснимой дисперсии

Variable	Factor 1	Factor 2
Ci(Ch), мг/кг	-0,121915	0,923501
Ci(Pb), мг/кг	0,768896	-0,174918
Ci(Zn), мг/кг	0,861043	-0,289356
Ci(Cu), мг/кг	0,714988	0,345402
Expl. Var	1,858666	1,086480
Prp. Totl	0,464667	0,271620

Доля объяснимой дисперсии первого факторы 46,5%, доля второго факторы 27,2% от общей дисперсии данных. То есть первые три значения (цинк, свинец, медь) объясняют 46,5% значений в исходном наборе значений, а нефтепродукты 27,1%. Это показывает влияние веществ на почву и наиболее значимым веществом здесь являются углеводороды.

Статистический анализ помог проверить гипотезу относительно разной природы происхождения загрязнителей в почве: вероятнее всего источник нефтепродуктов в почве

– нефтехранилище, а тяжелых металлов – автодорога, однако происхождение меди предположительно связано с расположенным на восточной стороне участка комбикормовым заводом.

3.6. Отображение полученных данных с помощью программы ArcGis

Все точки были добавлены в таблицу D-Base в приложении ArcCatalog и отображены в дальнейшем на карте в ArcMap. В качестве исходной карты использовали космический снимок с карты GoogleMap. Карту в формате JPG перевели в формат TIF и привязали к нужной нам системе координат. (Рис.6)

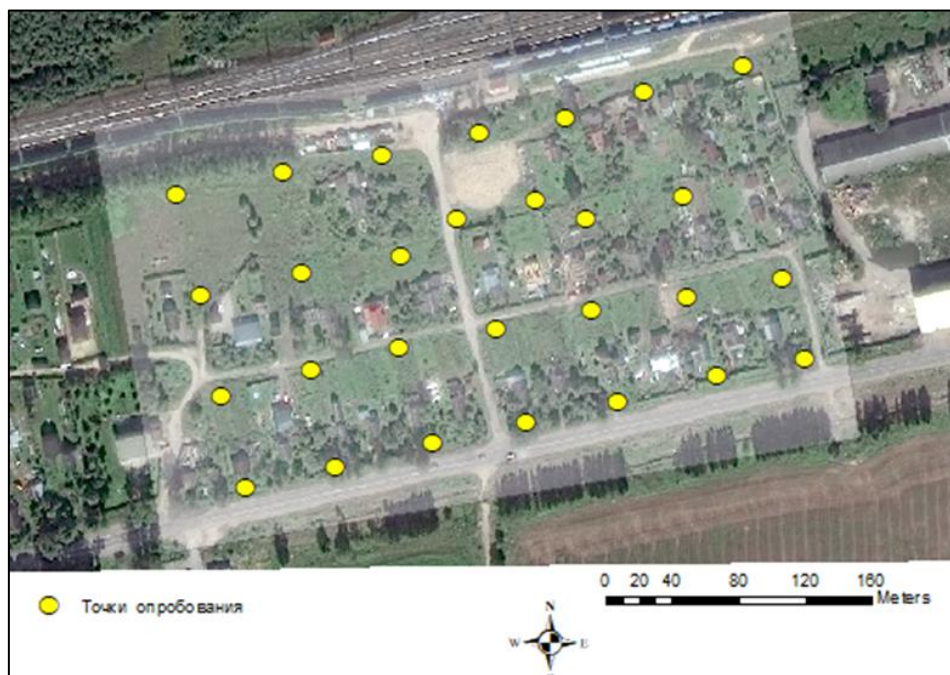


Рис.8 Карта точек опробования

Для построения карты распределения загрязнения нефтепродуктами и тяжелыми металлами была проведена интерполяция раstra по способу IDW и выбраны границы интервалов классификации. Для отображения результатов был выбран изолинейный метод с послойной окраской. На рисунках ниже показаны карты распределения тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве деревни Малые Колпаны, построенная по результатам пробоотбора. (Рис. 5,6,7,8)



Рис.9 Распределение нефтепродуктов в почве

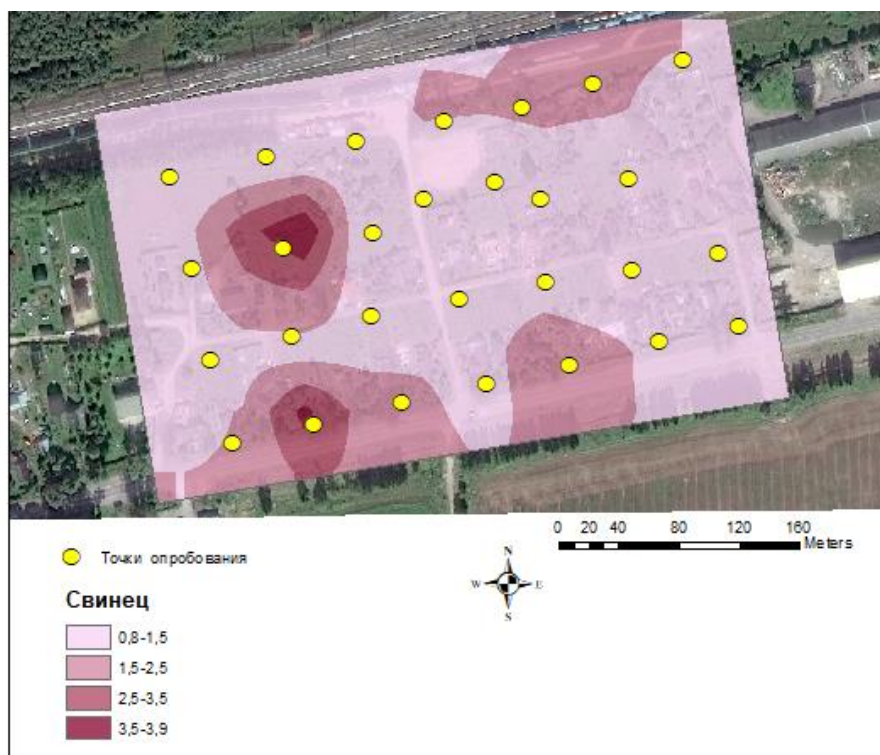


Рис.10 Распределение свинца в почве

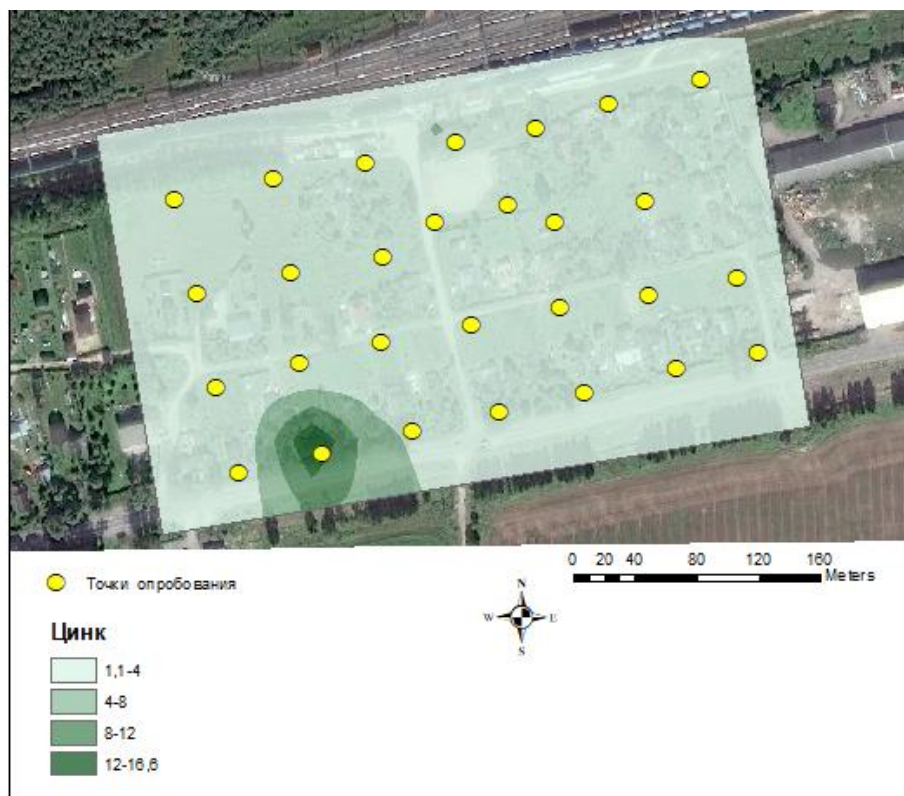


Рис.11 Распределение цинка в почве

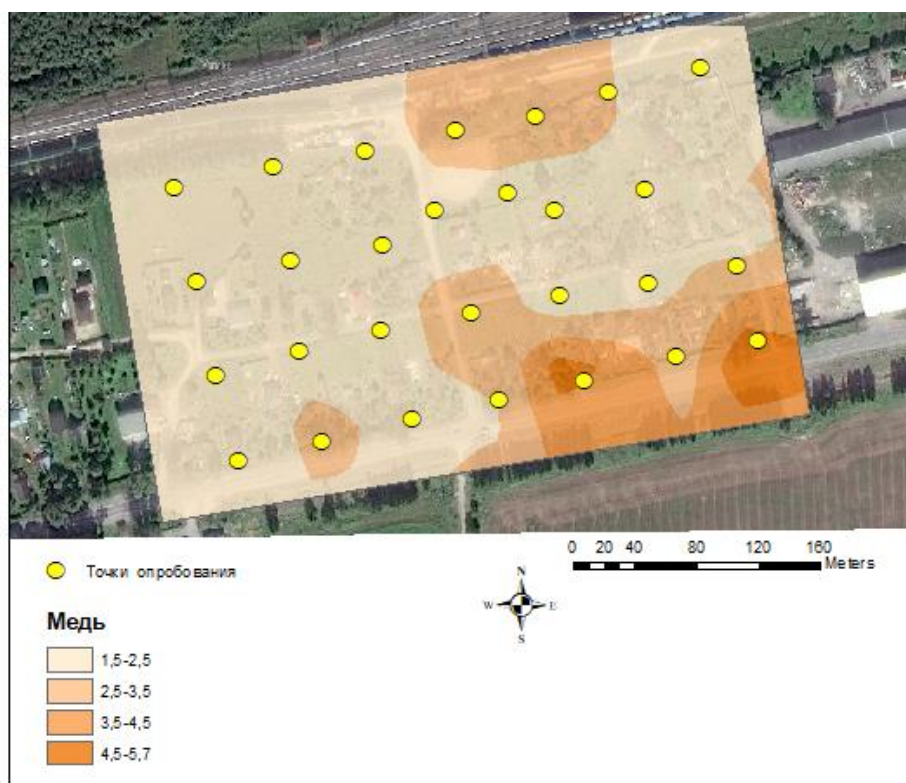


Рис.12 Распределение меди в почве

Глава 4. Предложения по реабилитации почв

Для того, чтобы понять какие меры предпринять при загрязнении нефтепродуктами необходимо определить способность почв к самоочищению. Для оценки экологических последствий нефтезагрязнений активно изучается почвенная микрофлора, являющаяся чувствительным биоиндикатором изменений окружающей среды. Так как разложение нефти в почве в основном происходит в результате деятельности углеводородокисляющих микроорганизмов, оценка состояния микробоценоза необходима для прогнозирования способности почвы к самовосстановлению и разработки способов ее очистки.

На данном участке коллегами из Санкт-Петербургского государственного университета А.С. Журавлевой, Н.М. Лабутовой, Е.Е. Андроновым с биологического факультета в 2017 году были произведены исследования действия углеводородов на бактериальный ценоз дерново-подзолистой почвы при разливах нефти вблизи нефтехранилища в деревне Малые Колпаны.

Исследования показало, что почвы содержат в большом количестве доминировали филоотипы *Gamma*proteobacteria (нефтедиструктор, имеющий высокую устойчивость к углеводородам нефти) и *Actinobacteria* (осуществляет анаэробную деградацию циклических и ароматических углеводородов на более поздних стадиях биodeградации нефти). Также большое значение в процессе самоочищения почвы от углеводородов имеют виды-нефтедеструкторы, относящиеся к родам *Pseudoxanthomonas*, *Methylobacterium* и *Nocardioide*s, которые наиболее приспособлены к почвенно-климатическим условиям на данной территории и именно эти виды необходимо учитывать при использовании биопрепаратов для очистки почв от нефти. (А.С. Журавлева, Н.М. Лабутова, Е.Е. Андронов, 2017)

Заключение

В ходе исследований была изучена экологическая обстановка в Гатчинском районе и деревне Малые Колпаны. Собраны сведения о предполагаемом источнике загрязнения ЗАО «СибРосьПереработка» и ООО «Компания ЛВЖ-701.

Получены сведения о содержании тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве, в которых наблюдаются превышения показателей и по тяжелым металлам, и по нефтепродуктам.

Рассчитан коэффициент концентрации и коэффициент загрязнения почв. Исходя из этих значений следует, что состояние почвы в данном районе по содержанию загрязнителей «умеренно опасное».

Благодаря визуализации материалов исследований в проекте ArcGis видно, что источниками загрязнения почв может быть не только нефтехранилище, но и автодорога.

Статистический анализ уточнил и подтвердил гипотезы о предполагаемых источниках загрязнения. Исходя из полученных данных главным загрязнителем являются нефтепродукты и их источником загрязнения вероятнее всего является нефтехранилище. Тяжелые металлы имеют другой источник загрязнения – вероятнее всего им является автодорога. Так же распространение меди на данном участке предположительно относится к расположенному рядом комбикормовому заводу.

Лихеноиндикация позволила рассчитать индекс палеотолерантности, который указывает на то, что воздушное пространство участка является «сильно загрязненным».

Локальные радиационные аномалии на обследованной территории отсутствуют. Мощность дозы гамма-излучения не превышает 12,50 мкР/час (0,1 мкЗв/ч).

Для проведения реабилитации почв от нефтепродуктов необходимо использовать нефтедеструкторы, относящиеся к родам *Pseudoxanthomonas*, *Methylobacterium* и *Nocardioides*, которые наиболее приспособлены к почвенно-климатическим условиям на данной территории.

На данной территории так же может использоваться штамм рода *Pseudomonas*, способный к деструкции нефтепродуктов в присутствии тяжелых металлов, обладающий исходной хромосомной устойчивостью к тяжелым металлам. Биопрепараты, разработанные на основе штаммов этого рода, применяются так же для защиты культурных растений от болезней. (Логинов О.Н., 2004)

Список литературы.

Монографии:

1. Пестряков В.К. Почвы Ленинградской области.,1973;
2. Лебедев С.В. Пространственное моделирование Spatial Analyst ArcGIS: Методическое пособие, 2016;
3. Н.К.Чертко Э.Н.Чертко «Геохимия и экология химических элементов»: Учебное пособие, 2016;
4. Лебедев С.В., Нестеров Е.М. Пространственное ГИС-моделирование геоэкологических объектов в ArcGIS: учебник. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена;
5. Иванюкович Г.А. Статистический анализ экогеологических данных: практикум, решение задач с помощью пакета программ Statistica/ Под ред. И.М. Хайковича, В.В. Куриленко.-СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2010г-204 с;
6. Чеснокова С.М. Ч451 Лихеноиндикация загрязнения окружающей среды: Практикум / Владим. гос. ун-т. Владимир, 1999. 38 с. ISBN 5-89368-141-X;

Статьи в сборниках:

1. Т.С.Воеводина, А.В.Васильченко Оценка экологической оценки загрязнения почв нефтепродуктами // Экологические биотехнологии. Вестник Оренбургского государственного университета, 2015. С.1-3;

Статьи в журналах:

1. Удальцов Б. А. О водной системе Гатчинских парков // Внешкольная экология, сборник №17; Изд. ДЕАН,2007;
2. ArcGIS 9 Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. – М.: Изд-во DATA+, 2001;
3. Dos Santos HF, et al. Mangrove Bacterial Diversity and the Impact of Oil Contamination Revealed by Py-rosequencing: Bacterial Proxies for Oil Pollution. PLoS One. 2011;6c
4. Brakstad OG, L0deng AGG. Microbial diversity during biodegradation of crude oil in seawater from the North Sea. Microb Ecol. 2005;49c
5. Shashirekha S., Uma L., Subramanian G. Phenol degradation by marine cyanobacterium Phormidium valderianum BDU 30501 // J. Ind. Microbial. Biotechnol. 1997;

6. Paperi R., Micheletti E., De Phillippis R. Optimization of copper sorbing-desorbing cycles with confined cultures of the exopolysaccharide-producing cyanobacterium *Cyanospira capsulate* // J. Appl. Microbiol. 2006;
7. Швер Ц. А., Алтыкиса Е.В., Евтеевой Л. С. Климат Ленинграда, Ленинград. Гидрометеиздат, 1982;
8. Sanchez O., Diestra E., Esteve I., Mas J. Molecular characterization of an oil-degrading cyanobacterial consortium // Microbial. Ecol. 2005.

Тезисы докладов:

1. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2012 году: СПб, 2013 г.;
2. Боронин А.М. Биотехнология ремедиации почв на основе микробно-растительных взаимодействий // Биотехнология: состояние и перспективы. Матер. 1-го междунар. конгресса. М. 2002. С. 138.;
3. Логинов О.Н. Новые микробиологические препараты для сельского хозяйства и восстановления окружающей среды: Автореф. ... дис. докт. биол. наук. Кашинцево: Всерос. НИИ биол. пром-сти, 2004. 48 с.;

Фондовые материалы:

1. Т.М.Федченко, С.Е.Витковская «Оценка состояния загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами». Магистерская квалификационная работа. СП-б., СПбГГУ, 2016г, Геологический факультет (Кафедра геоэкологии и природопользования полярных областей Гидрометеорологического факультета);
2. А.С. Журавлева, Н.М. Лабутова, Е.Е. Андронов «Влияние нефтезагрязнения на микробоценоз почв, прилегающих к нефтехранилищу»; ФГБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург 2017г.
3. Л.И. Домрачева Теоретические проблемы экологии, «Использование организмов и биосистем в ремедиации территорий», Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вят ГГУ, 2009 с.6;
4. Стрибульская Е.Ю Особенности региональной геологии Гатчинского района Ленинградской области, Курсовая работа. СП-б., 2013г.,

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (Кафедра исторической и динамической геологии);

Ресурсы сети интернет:

5. <http://www.eso.nw.ru> – материалы доклада Сидоренко Ю., Демин А. «Влияние естественного радонового излучения на здоровье жителей города Гатчина»;
6. <http://www.eso.nw.ru/> - материалы доклада Иванова Е., Харкевич А., Сыроветник М., Бояркова Е., Плотова И., Васильева С., Кулик Е., Карюкина О., Кирина А., Махаев Е., Бондаренко А. «Экологические проблемы города Гатчины»;
7. <http://www.gatchina.su> – материалы ресурса на тему «География, рельеф и гидросистемы Гатчины»;
8. <http://www.gatchina.su> – материалы ресурса на тему «Гидрологическая и гидрогеологическая характеристика города Гатчины»;
9. <http://www.travellers.ru/city-gatchina-2> - материалы по теме «Климат и почвы»;
10. <http://rosreestr.ru/> - материалы по ЛВЖ-701 и «СибРосьПереработка»;
11. <http://lvg701.ru/> - данные о проводимых экологических экспертизах.

Приложения

Приложение №1

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Федеральный центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области в Гатчинском районе
Аккредитованный испытательный лабораторный центр

Юридический адрес: 188350 г. Гатчина
Ленинградской области ул. К. Маркса 44-а тел. 2-01-29,
9-84-95
ОКПО 23356662 ОГРН 1057803924661
ИНН 7811153258 КПП 470502001

Аттестат аккредитации
№ ГСЭН. RU.ЦОА.012.11 от 31.10.2011 г.
Действителен до 31.10.2016 г.
Зарегистрирован в Едином реестре
№ РОСС RU. 0001.511755 от 31.10.2011 г.

Протокол лабораторных исследований № 4734 от 02 июня 2014 г.

1. *Наименование пробы (образца):* вода питьевая
2. *Пробы (образцы) направлены:* ЗАО «Гатчинский Комбикормовый Завод»; Ленинградская обл., Гатчинский район, д. Малые Колпаны, ул. Западная, д.31 –
по договору на проведение лабораторных исследований № 555/82 от 01.03.2013 г.
(наименование, адрес, подразделения организации, направившей пробы)
3. *Дата и время отбора пробы (образца):* 27 мая 2014 г. 10 час.00 мин.
4. *Дата и время доставки пробы (образца):* 27 мая 2014 г. 11 час.00 мин.
5. *Цель отбора:* - на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения»
6. *Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо, у которого отбирались пробы (образцы):* ЗАО «Гатчинский комбикормовый завод»; Ленинградская обл., Гатчинский район, д. Малые Колпаны, ул. Западная, д.31
(наименование и юридический адрес, ФИО и адрес государственной регистрации деятельности или адрес проживания)
7. *Объект, где производился отбор пробы (образца):* ЗАО «Гатчинский ККЗ», артезианская скважина
8. *Код пробы (образца):* 4734 -1/Ф-2/Б-ПК
9. *Исполнитель:* ЗАО «Гатчинский комбикормовый завод»; Ленинградская обл., Гатчинский район, д. Малые Колпаны, ул. Западная, д.31
(наименование, фактический адрес (страна, регион и т.д.))
10. *Дата изготовления:* 27.05.2014 г.
11. *Номер партии:*
12. *Объем партии:*
13. *Упаковка:* полиэтиленовая, стерильная посуда
14. *ИД на методику отбора:* ГОСТ Р 51593 – 2000 «Вода питьевая. Отбор проб», изменение №1 к ГОСТу Р 51593 – 2000 от 01.01.2012 г., ГОСТ Р 53415-2009 «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа»
15. *Условия транспортировки:* автотранспорт
16. *Условия хранения:*
17. *Дополнительные сведения:* проба отобрана и доставлена заказчиком, акт отбора от 27.05.2014 г.

Лицо, ответственное за оформление данного протокола

Смирнова А.Н.

Ф.И.О.

Руководитель (заместитель) ИЛП



Код образца (пробы): 4734-1/Ф-2/Б-ПК

Санитарно-гигиенические исследования:

Начало исследования: 27.05.14г.

Окончание исследования: 02.06.14г.

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследования	Величина допустимого уровня	НД на методы исследования
1	pH	7,39	в пределах 6-9	ПНД Ф 14.1.2.3.4.121-97
2	Жесткость общая	7,0 °Ж (ммоль/л)	не более 7,0 °Ж (ммоль/л)	ГОСТ Р 52407-2005
3	Окисляемость	1,2 мг/л	не более 5,0 мг/л	ПНД Ф 14.1.2.4.154-99
4	Сухой остаток	380,0 мг/л	не более 1000,0 мг/л	ГОСТ 18164-72
5	Нефтепродукты	менее 0,005 мг/л	не более 0,1 мг/л	ПНД Ф 14.1.2.4.128-98
6	СПАВ	менее 0,01 мг/л	не более 0,5 мг/л	ПНД Ф 14.1.2.4.15-95
7	Фенольный индекс	менее 0,005 мг/л	не более 0,25 мг/л	ПНД Ф 14.1.2.4.182-02

Исследования проводил: фельдшер-лаборант по санитарно-гигиеническим исследованиям: Шапирова З.Х.

Заведующая санитарно-гигиенической лабораторией: Иванова Е.Ю.

Вывод: исследуемая проба соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения» по заявленным показателям.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Начало исследований: 27.05.2014г.

Окончание исследований: 29.05.2014г.

№ п/п	Определяемые показатели	Результат исследования	Гигиенический норматив	Единицы измерения (для граф 3,4)	НД на методы исследований
1	2	3	4	5	6
1	Общее микробное число (ОМЧ)	3 КОЕ/мл	не более 50 КОЕ/мл	КОЕ/мл	МУК 4.2.1018-01
2	Общие колиформные бактерии (ОКБ)	не обнаружены в 100 мл	отсутствие в 100 мл	мл	МУК 4.2.1018-01
3	Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	не обнаружены в 100 мл	отсутствие в 100 мл	мл	МУК 4.2.1018-01
4	Коли-фаги	не обнаружены в 100 мл	отсутствие БОЕ/100	БОЕ/100мл	МУК 4.2.1018-01

Исследования проводил: врач-бактериолог Постнова И.А.

Заведующая бактериологической лабораторией

(Алексеев Л.И.)

Выводы: исследуемая проба соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» по заявленным показателям.